

Rapport nr. 5

**Beskrivelse av spesialbetonger
Lavvarmebetong**

Forbehold om ansvar

Denne rapporten fra Norsk Betongforening er utarbeidet av en prosjektgruppe sammensatt av fagpersoner utnevnt av foreningen. I prosessen med utarbeiding av rapporten er det lagt vekt på å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten og de standarder som var gjeldende da arbeidet ble avsluttet.

Noen feil eller mangler kan likevel forekomme.

Norsk Betongforening forutsetter at rapporten brukes av personer med den nødvendige faglige kompetansen, og med forståelse for de begrensningene og forutsetningene som er lagt til grunn. Feil tolking og bruk av innholdet i rapporten er ikke Norsk Betongforeningen sitt ansvar.

Norsk Betongforening og medlemmer i prosjektgruppen, har ikke ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil eller mangler i publikasjonen, eller bruken av innholdet i publikasjonen.

Beskrivelse av spesialbetonger

Lavvarmebetong

Hensikten med veiledningen

Utførende og leverandører av betong opplever stadig at beskrivelse av spesialbetonger er mangelfull, feil eller uhensiktsmessig. Dette medfører usikkerhet, dårlige leveranser eller økte kostnader for byggeprosjektene. Målgruppen for veiledningen er rådgivere som utarbeider beskrivelser.

Formålet med veilederen er å samle relevant teori om lavvarmebetong, inkludert eksempler på beskrivelser og korte, brukervennlige sjekklister som rådgivere og andre kan bruke når de skal beskrive lavvarmebetong eller konstruksjoner med strenge krav til riss.

Komiteen og bidragsytere

Oliver Berget Skjølsvik, Skanska AB/Norconsult AS

Sverre Smeplass, Skanska AB

Berit G. Petersen, Multiconsult ASA

Morten Engen, Multiconsult ASA

Silje Gystad Ytterdal, Multiconsult ASA

Britt Blom Marstrander, Multiconsult ASA

Arbeidet er støttet av Norsk Betongforenings utviklingsfond.

Sammendrag

Lavvarmebetong benyttes som et tiltak for å redusere maksimaltemperaturen i herdende betong, og/eller temperaturdifferansen gjennom tverrsnittet i herdende betong, eller mellom herdende og gammel betong. Dette er mest aktuelt i konstruksjoner der riss er kritisk på grunn av tetthet, bestandighet eller estetikk. For høy maksimaltemperatur i herdende betong kan føre til redusert materialkvalitet og fasthet, eller opprissing på grunn av uønsket ekspansjon fra forsinket ettringitdannelse. For høye temperaturdifferanser kan føre til riss på grunn av fastholdte volumendringer i avkjølingsfasen. De vanligste tilfellene der det kan være nødvendig med lavvarmebetong er:

- konstruksjonsdeler med massive tverrsnitt,
- konstruksjonsdeler med fastholding mot tilstøtende konstruksjoner, for eksempel støp mot berg eller eksisterende betongkonstruksjoner.

I tillegg til lavvarmebetong finnes det følgende alternative tiltak:

- Bruk av is, kaldt vann eller avkjølt tilslag i betongen for å redusere fersk betongtemperatur.
- Avkjøling av herdende betong ved hjelp av innstøpte kjølerør.
- Oppvarming av tilstøtende konstruksjon.
- Isolasjon, beskyttelse mot sol og andre tiltak på forskalingen/betongoverflaten.

Det poengteres at analyser med for eksempel CrackTeStCOIN eller Hett97 kan benyttes til å vurdere behov for tiltak for å redusere varmeutviklingen i herdende betong.

Innhold

1.	Innledning og definisjon av lavvarmebetong	3
2.	Hvorfor vi kan ha behov for å beskrive lavvarmebetong	3
2.1	<i>Generelt</i>	<i>3</i>
2.2	<i>Begrense maksimaltemperaturen i herdeforløpet</i>	<i>3</i>
2.3	<i>Begrense temperaturdifferansen gjennom tverrsnitt og mellom ny og gammel betong</i>	<i>4</i>
3.	Prinsipper for beskrivelse av tiltak	5
3.1	<i>Prosess for beskrivelse av lavvarmebetong</i>	<i>5</i>
3.2	<i>Spesielt om beskrivelse av redusert temperatur i fersk betong</i>	<i>6</i>
3.3	<i>Spesielt om beskrivelse av kjøling</i>	<i>6</i>
3.4	<i>Spesielt om beskrivelse av oppvarming</i>	<i>6</i>
3.5	<i>Spesielt om temperaturbaserte spenningsberegninger</i>	<i>7</i>
4.	Eksempler på beskrivelsestekster	8
4.1	<i>Generelt</i>	<i>8</i>
4.2	<i>Beskrivelse i henhold til NS 3420</i>	<i>8</i>
4.3	<i>Beskrivelse i henhold til Prosesskode 2</i>	<i>21</i>
5.	Sjekkliste for beskrivelsestekster	34
5.1	<i>Generelt</i>	<i>34</i>
5.2	<i>Ved beskrivelse med funksjonskrav</i>	<i>34</i>
5.3	<i>Ved beskrivelse med detaljkrav basert på rådgivers analyser</i>	<i>34</i>
5.4	<i>Sjekkliste for rådgivers egen analyse</i>	<i>35</i>
6.	Forbehold	35
7.	Referanser	35

1. Innledning og definisjon av lavvarmebetong

Lavvarmebetong er betong hvor det er gjort spesifikke tiltak for å redusere betongens varmeutvikling. Reduksjon av betongens varmeutvikling oppnås ved å erstatte Portlandsement med tilsetningsmaterialer, f.eks. pozzolanet flygeaske eller det latent hydrauliske bindemiddelet slagg.

Denne veiledningen vil først beskrive hvorfor vi kan ha behov for å beskrive lavvarmebetong eller alternative tiltak for å redusere maksimaltemperatur og temperaturdifferanser. Deretter vil det bli gitt noen ulike prinsipper for å beskrive slike tiltak, etterfulgt av eksempler på beskrivelser og sjekklister for beskrivelser. Målgruppen for denne veiledningen er rådgivere som utarbeider beskrivelser. Veiledningen vil derfor ikke gå i detalj på betongsammensetninger, ettersom dette normalt ikke skal inngå i en beskrivelsestekst. Se referanselisten for utfyllende informasjon om dette temaet.

2. Hvorfor vi kan ha behov for å beskrive lavvarmebetong

2.1 Generelt

Lavvarmebetong benyttes hovedsakelig av to årsaker:

1. Reduksjon av maksimaltemperaturen i herdende betong.
2. Reduksjon av temperaturdifferansen gjennom tverrsnittet i herdende betong eller mellom herdende og gammel betong.

Merk at de to årsakene har ulik bakgrunn, som beskrevet i avsnitt 2.2 og 2.3. Effekten av tiltakene henger sammen og må ses i sammenheng, ettersom en redusert maksimaltemperatur også vil kunne bidra til en redusert temperaturdifferanse gjennom tverrsnittet eller mellom ny og gammel betong.

I tillegg til lavvarmebetong finnes det følgende alternative tiltak som alltid bør vurderes:

- Bruk av is, kaldt vann eller avkjølt tilslag i betongen for å redusere fersk betongtemperatur.
- Avkjøling av herdende betong ved hjelp av innstøpte kjølerør.
- Oppvarming av tilstøtende konstruksjon.
- Isolasjon, beskyttelse mot sol og andre tiltak på forskalingen.

Ved kontaktstøp bør det vurderes å legge ett eller flere lag med plastfolie for å redusere den ytre fastholdingen.

Lavvarmebetong eller alternative tiltak er mest aktuelt i konstruksjoner der riss er kritisk på grunn av tetthet, bestandighet eller estetikk. De vanligste tilfellene der det kan være nødvendig å velge lavvarmebetong er:

- konstruksjonsdeler med massive tverrsnitt,
- konstruksjonsdeler med fastholding mot tilstøtende konstruksjoner, f.eks. støp mot berg eller eksisterende betongkonstruksjoner.

2.2 Begrense maksimaltemperaturen i herdeforløpet

Høy temperatur i den herdende betongen kan gi grovere porestruktur, og dermed redusert fasthet og økt permeabilitet, og i tillegg øke risikoen for forsinket ettringitt-dannelse (se NS-EN 13670+NA). I tillegg vil maksimaltemperaturen påvirke temperaturforskjellen mellom støpeavsnitt og tidligere støpte konstruksjoner.

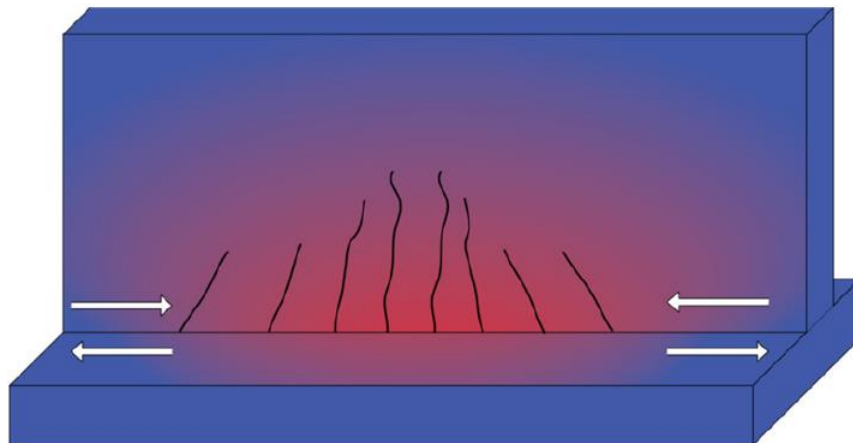
2.3 Begrense temperaturdifferansen gjennom tverrsnitt og mellom ny og gammel betong

Temperaturøkningen i betongens herdefase fører til volumendring i form av ekspansjon før betongen har utviklet fulle stivhetsegenskaper. Dette gir små og normalt uproblematisk trykkspenninger ved fastholding mot naboseksjoner eller berg. I avkjølingsfasen har betongen oppnådd tilnærmet full stivhet, og den resulterende kontraksjonen vil kunne gi betydelige strekkspenninger dersom støpeavsnittet er fastholdt.

Strekkspenningene er avhengig av temperaturforskjellen mellom ny og gammel betong i det øyeblikket avkjølingen starter, det autogene svinnet i den herdende betongen og hvor stor del av kontraksjonen som blir fastholdt og fører til spenningsgivende deformasjoner. Se Figur 1 som skisserer effekten av ytre fastholding av en vegg støpt på et eksisterende fundament. Det vil også kunne oppstå strekkspenninger i overflaten på grunn av raskere avkjøling på overflaten enn i kjernen. Slike strekkspenninger omtales ofte som indre fastholding.

I massive betongkonstruksjoner kan ytre fastholding fra tilstøtende konstruksjon eller berg føre til gjennomgående opprissing. Opprissingen har normalt ingen betydning for bæreevnen, men kan medføre problemer knyttet til konstruksjonens estetikk, tetthet og ikke minst bestandighet. Det er derfor ønskelig å begrense denne type opprissing ved å redusere temperaturdifferansen gjennom tverrsnittet og mellom gammel og ny betong.

Det er som regel klokt å prioritere å redusere temperaturforskjeller mot tilstøtende konstruksjoner, da dette fører til redusert fare for gjennomgående opprissing. Rissene som kommer av interne temperaturforskjeller gjennom konstruksjonstverrsnittet lukker seg normalt ved temperaturlikevekt. Slike tidlige temperaturriss kan likevel fungere som rissanvisere eller frostangrepspunkt ved påkjenninger i driftsfasen.

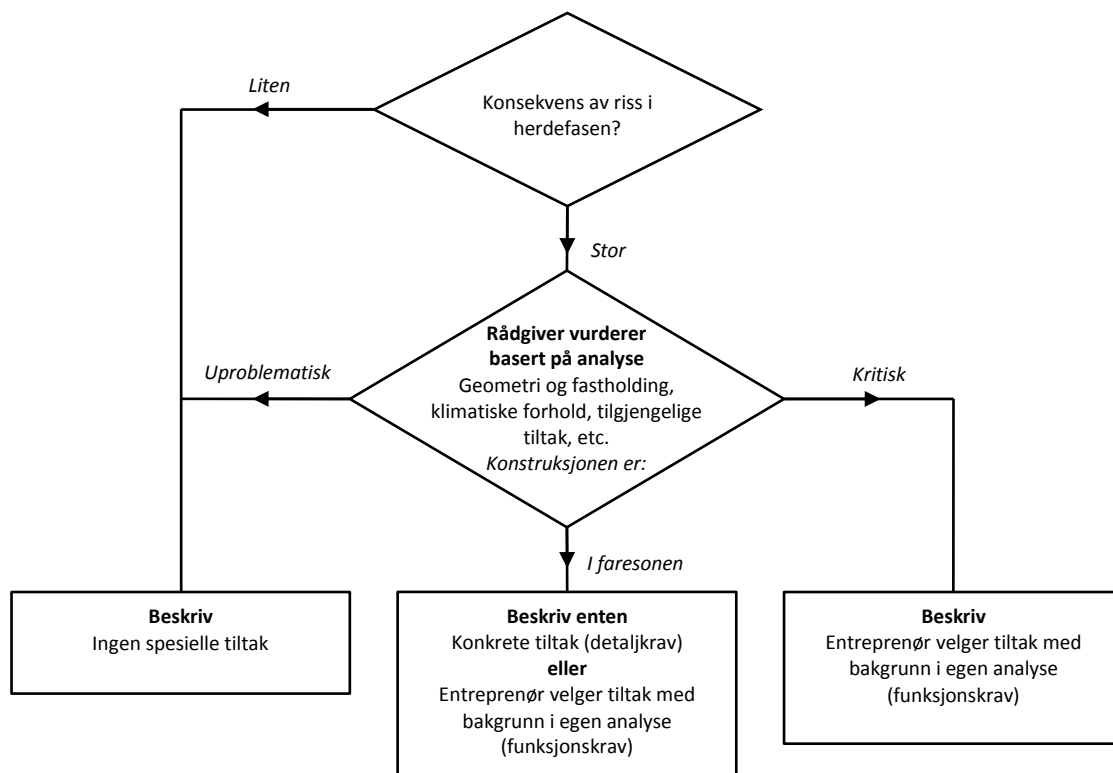


Figur 1: Ytre fastholding vist med vegg støpt på fundament med typisk gjennomgående opprissing på grunn av nedkjøling av herdende betong i veggen (Skjølsvik, O. B., Haram, E., Smeplass, S. 2015)

3. Prinsipper for beskrivelse av tiltak

3.1 Prosess for beskrivelse av lavvarmebetong

Figur 2 beskriver en valgprosess som kan føre frem til en tilstrekkelig beskrivelse av tiltak for å redusere eller eliminere konsekvens av riss på grunn av fastholdte termiske og autogene volumendringer i herdende betongkonstruksjoner. Valgprosessen starter gjerne med en kartlegging av om det er liten eller stor konsekvens av at riss oppstår i herdefasen.



Figur 2: Prosess for beskrivelse av lavvarmebetong, med utgangspunkt i vurdert fare for og konsekvens av riss på grunn av fastholdt termisk og autogen volumendring.

Er konsekvensen liten kan rådgiveren beskrive indirekte funksjonskrav knyttet til temperatur, eller velge å se helt bort fra spesielle tiltak hvis konsekvensene er tilstrekkelig små.

Er de forventede konsekvensene av riss store bør rådgiveren gjøre en innledende vurdering. En slik vurdering kan for eksempel bestå av temperaturanalyser med programvare som Hett97, temperatur- og evt. spenningsanalyser med programvare som CrackTeSt COIN eller forenklete håndberegninger. Det er viktig at rådgiveren gjør nøye kontroll av forutsetningene som er lagt til grunn i de innledende analysene, samt kontroll av resultatene. På et tidlig stadium i et prosjekt kan det være stor usikkerhet knyttet til forutsetningene for analysene, og de beskrevne tiltakene må ta høyde for dette.

Hvis de innledende vurderingene viser at konstruksjonen er uproblematisk, kan rådgiveren velge å beskrive lignende krav som for konstruksjoner med små konsekvenser av riss. Er konstruksjonen i faresonen kan rådgiveren velge to strategier: *enten* beskrive detaljerte krav til konkrete tiltak, *eller* beskrive indirekte og direkte funksjonskrav, og kreve at entreprenøren skal gjøre egne analyser og velge tiltak med bakgrunn i disse. Et aktuelt funksjonskrav kan være å spesifisere maksimal utnyttelse av betongens strekkfasthet på 75% gjennom herdeforløpet. Hvis det kreves at entreprenøren gjør egne

analyser er det viktig at dette spesifiseres som et eget kontraktkrav, og med egne prisbærende poster. Merk at rådgiveren må velge enten funksjonskrav eller konkrete tiltak, for å unngå å beskrive tiltak som ikke fører til at funksjonskravet blir oppfylt. Hvis konstruksjonen er i faresonen skal rådgiveren være klar over at detaljerte beskrivelser av tiltak flytter ansvaret fra entreprenøren over på byggherren. Hvis den innledende vurderingen avdekker at konstruksjonen er kritisk, bør rådgiveren uansett beskrive funksjonskrav og at entreprenøren velger tiltak med bakgrunn i egne analyser.

Hvilke poster som bør være med i beskrivelsesteksten avhenger av hvilken vei som følges i Figur 2. I kapittel 4 og 5 presenteres henholdsvis eksempler på beskrivelsestekster og komprimerte sjekklistor som kan benyttes i hvert av de konkluderende tilfellene i Figur 2.

3.2 Spesielt om beskrivelse av redusert temperatur i fersk betong

Temperaturen i den ferske betongen kan reduseres fra 20°C, som er standardtemperaturen levert på byggeplass. Avhengig av tverrsnittets tykkelse vil redusert fersk betongtemperatur gi tilsvarende reduksjon av maksimaltemperaturen i herdefasen, og dermed også reduksjon av temperaturforskjellen mellom det aktuelle støpeavsnittet og tilstøtende konstruksjon. Slanke konstruksjoner kan oppnå større reduksjon av maksimaltemperaturen enn massive.

Potensialet for reduksjon av fersk betongtemperatur varierer gjennom året, og er svært avhengig av delmaterialenes utgangstemperatur. Vår og høst er det normalt mulig å få betong levert med temperaturer på 13-15°C uten spesielle tiltak. Om sommeren kan man forvente at det er vanskelig å få betong levert med temperaturer under 20°C uten ekstra tiltak som overrisling av tilslag med spreder eller tilsetning av isbiter i stedet for vann. Sistnevnte tiltak er meget kostbart. Vinterstid kan det i noen tilfeller også være utfordrende å få levert tilstrekkelig kald betong. Dette skyldes at tilslaget må tines og varmes opp ved bruk av steam eller varmluft, og det kan være nødvendig å varme opp blandevannet.

3.3 Spesielt om beskrivelse av kjøling

Kjøling av konstruksjonen gjøres mest effektivt ved installasjon av innstøpte kjølerør av stål eller plastmateriale, der kaldt vann brukes som kjølevæske. Dette er et relativt kostbart tiltak, som normalt bare benyttes der andre tiltak er utilstrekkelig eller ikke tilgjengelig. Bruk av kjølerør kan også ha konsekvenser for fremdriften, fordi installasjonsarbeid og testfase kan være relativt tidkrevende. Kjølerørene må blåses fri for vann og gyses med sementgrout etter at betongen er nedkjølt.

3.4 Spesielt om beskrivelse av oppvarming

Ved oppvarming av tilstøtende konstruksjon er bruk av innstøpte varmekabler det mest effektive og normalt mest økonomiske tiltaket. Merk at den tilstøtende konstruksjonen må ha mulighet til å utvide seg hvis tiltaket skal ha noen effekt. Det er derfor ikke hensiktsmessig å varme opp et fundament som er forankret i berg.

Det må stilles krav til maksimaleffekten på varmekablene slik at de ikke skader betongen. Typisk benyttes kabel med 30 W/m. Den herdet betongen i f.eks. et stripefundament varmes opp med innstøpte varmekabler i dagene før støp av veggen over, og varmekablene skrues av samtidig som, eventuelt kort tid etter, at den herdende betongen i veggen har oppnådd maksimaltemperatur. Da vil herdet og herdende betong kjøles ned sammen, tøyningsforskjellen som skyldes forskjell i termisk kontraksjon blir mindre, og man reduserer opprissingstendensen.

Ulempen med slik oppvarming er at for massive konstruksjoner med opprissingsproblematikk er det ofte store fundamenter eller bunnplater som må varmes opp, og installasjonen av varmekabler blir omfattende.

3.5 Spesielt om temperaturbaserte spenningsberegninger

Temperaturbaserte spenningsberegninger kan utføres slik at riktig tiltak kan velges for hver enkelt støp. Som beskrevet i kapittel 3.1 er det viktig å gjøre nøye kontroll av forutsetningene som ligger til grunn for slike analyser.

Man kan beskrive at det skal støpes en stor herdekasse som en del av den innledende prøvingen, som bruk som inndata i beregningene. I tillegg bør trykkfasthetsutviklingen prøves med terninger ved f.eks. 1, 3, 7 og 28 døgn etter herding i 20 graders vannbad. De resterende inputparameterne kan hentes fra «arkivdata» som er generert gjennom f.eks. COIN-prosjektet. I prosjekter der det er viktig å ha kontroll på opprissingstendensen anbefales det å måle strekkfasthet og E-modul ved 28 døgns alder for å verifisere relevansen av arkivdata.

Det bør stilles krav til at temperaturberegningene skal kalibreres mot temperaturlogging gjort på konstruksjoner med samme type betong. Dette gjøres gjerne på fundamenter eller lignende tidlig i byggetiden.

Parametere som kan endres i temperaturberegningene er blant annet betongtype, fersk betongtemperatur, temperatur i eksisterende betong og oppvarming av tilstøtende eller nedkjøling av herdende betong. I tillegg tilpasses randbetingelsene i beregningene de virkelige omgivelsene, for eksempel klima, forskalingstype og beskyttelse/isolasjon.

4. Eksempler på beskrivelsestekster

4.1 Generelt

Eksemplene under er basert på flytdiagrammet i Figur 2. Det er gitt eksempler på beskrivelsestekster etter NS 3420 og Statens Vegvesen Prosesskode 2. For begge standardene er det gjengitt beskrivelsestekster basert på to prinsipper når konsekvensen av riss er middels/stor:

- 1) Beskrivelse med funksjonskrav (funksjonsbeskrivelse)
- 2) Beskrivelse med detaljkrav (detaljbeskrivelse)

Ved funksjonsbeskrivelse er det viktig at krav for måloppnåelse spesifiseres for hver post. I eksemplene under er temperaturkravene fra Prosesskode 2 angitt. Dette må vurderes spesifikt for hvert prosjekt.

I alle eksemplene er det tenkt støpt en lang vegg på et massivt fundament.

4.2 Beskrivelse i henhold til NS 3420

4.2.1 Liten konsekvens av riss

Det beskrives «normal» betong uten ekstraordinære herdetiltak. Normale herdetiltak som for eksempel tildekking med plast, varmeisolasjon og lignende beskrives etter NS-EN 13670+NA.

4.2.2 Middels til stor konsekvens av riss

Aktuelle herdetiltak velges blant post LG8.11 – LG8.423, samt LG1.1.

Post LG8.11 (*varmeisolering av betong i herdefasen*) har som mål å redusere temperaturdifferansen over betongtverrsnittet i herdefasen for å redusere faren for riss i betongoverflaten.

Post LG8.31 (*oppvarming av tilstøtende konstruksjonsdeler som det støpes mot*) omfatter kostnader til oppvarming av konstruksjonsdeler som det skal støpes mot. Her må maksimalt tillatt temperaturdifferanse mellom de to konstruksjonsdelene fastsettes, og det må angis hvordan denne temperaturforskjellens skal måles og dokumenteres. Eventuelt må det beskrives detaljert hvordan oppvarmingen skal gjennomføres.

Post LG8.41 (*kjøling av fersk betong*) har som mål at den ferske betongtemperaturen skal senkes et visst antall grader celsius, eller kjøling til en angitt fersk betongtemperatur. Ved detaljbeskrivelse må rådgiver spesifisere krav til fersk betongtemperatur basert på utført analyse. Ved funksjonsbeskrivelse vil nødvendig kjøling bestemmes ut ifra entreprenørens egen analyse.

Post LG8.421 (*innstøpte kjølerør*) må beskrives sammen med post LG8.422 (*kjøling av betong med vann*) og LG8.423 (*injeksjon av kjølerør*). Postene omfatter kostnader knyttet til kjøling av betongkonstruksjonen som støpes, for å redusere temperaturforskjellen mellom konstruksjonen som støpes og tilstøtende konstruksjonsdel. I postene må funksjonskrav i form av temperaturkrav beskrives, eventuelt beskrives tiltaket detaljert.

1) Beskrivelse med funksjonskrav

Entreprenøren velger nødvendig(e) tiltak med bakgrunn i egen temperatur- og/eller spenningsanalyse. Det er derfor viktig at en slik analyse er en obligatorisk prispåberende post, og at aktuelle tiltak settes opp som opsjonsposter. Dersom analysen viser at det er nødvendig med tiltak for å redusere maksimal herdetemperatur og/eller temperaturdifferanse, priser entreprenøren ønsket tiltak som er beskrevet i opsjonspost 1.4 – 1.10. Det kan være nødvendig å kombinere flere tiltak.

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 00-1
Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00	Funksjonsbeskrivelse				
00.1.1	LG8.4241A UTFØRELSE AV SPENNINGSANALYSE Rundsum <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Andre krav:</i>	RS			-----
	a) Omfang og prisgrunnlag I god tid før utførelsen, skal entreprenøren framlegge beregninger og dokumentasjon på risikoen for gjennomgående riss i konstruksjonen. Dokumentasjon skal inneholde datagrunnlaget for analysen, som omfatter materialenes termiske egenskaper og betongens utvikling av varme, fasthet og stivhet over tid. Data kan hentes fra arktivdata fra tilsvarende betongkvalitet eller gjennom egen prøving. Se post 1.2. c) Utførelse Maksimal utnyttelse av betongens strekkfasthet er 75% (rissindeks $\leq 0,75$). Dersom rissindeksen er større enn 0,75, skal entreprenøren iverksette nødvendige tiltak for å redusere risikoen for riss. e) Prøving og kontroll Beregningene skal under utførelse verifiseres og eventuelt justeres ved logging av temperatur i betongkonstruksjonen.				
00.1.2	Dokumentasjonsprøving Nødvendig dokumentasjonsprøving utført som utgangspunkt for analysen i post 1.1.	RS			-----
00.1.3	LG1.1544190A PLASTØPT NORMALBETONG Volum Konstruksjonsdel: Vegg Fasthetsklasse: B35 Bestandighetsklasse: MF45 Kloridklasse: Cl 0,10 Utførelse og kontroll: Ihht. NS-EN 1990 Herdetiltak: Valgfritt etter NS-EN 13670+NA <i>Lokalisering:</i> <i>Andre krav:</i>	m ³	50,00		-----
	a) Omfang og prisgrunnlag Kommer ikke til utførelse dersom opsjonspost 1.10 velges.				

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 00-2
Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00.1.4	LG8.112A VARMEISOLERING AV BETONG I HERDEFASEN Areal Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Varighet:</i> Basert på spenningsanalyse <i>Krav til isolasjon:</i> Basert på spenningsanalyse <i>Antall og plassering av målepunkter:</i> Minimum 5 målepunkter <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter varmeisolasjon i tillegg til forskaling. b) Materialer Isolasjonsmaterialet skal være ethafoammatter eller annen isolasjon med tilsvarende isolasjonsgrad. Isolasjonsmaterialet skal beskyttes med presenninger som dekker hele det aktuelle arealet. Presenningen skal forankres og være uten skader. c) Utførelse Isolasjonsmattene skal legges med overlapp. Isolasjonen skal ligge på betongoverflaten inntil temperaturen i betongen er så lav, sammenlignet med lufttemperaturen, at det ikke er fare for opprissing. e) Prøving og kontroll Herdetemperaturen logges med automatiske termoelementer. Minimum 2 termoelementer plasseres i senter av betongtverrsnittet hvor herdetemperaturen forventes å bli høyest. Minimum 2 elementer plasseres 10 mm fra forskalt flate. I tillegg logges lufttemperaturen i en avstand minimum 100 mm fra presenningen som dekker betongoverflaten.	m ²	25,00	[-----]	

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 00-3
Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00.1.5	LG8.312A OPPVARMING AV TILSTØTENDE KONSTRUKSJONSDELER SOM DET STØPES MOT Areal Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Fundament <i>Varighet:</i> Basert på spenningsanalyser <i>Volum/konstruksjonsdel:</i> Fundament <i>Temperaturkrav:</i> Basert på utført temperatur- eller spenningsanalyse <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Oppvarming utføres for å unngå store temperatordiffernser mellom støpeavsnitt. Gjelder fundament for vegg. c) Utførelse Oppvarming utføres ved hjelp av innstøpte varmekabler eller lignende. Montering av varmekabler må koordineres med armeringsarbeidene i fundamentet. Varmekablene skrues på i god tid før støp av vegg for at fundamentet skal få god nok tid til å bli maksimalt oppvarmet. e) Prøving og kontroll Entreprenør skal før utførelse dokumentere at valgt oppvarmingsomfang og -effekt er tilstrekkelig. Temperaturelementer skal monteres i fundament for kontroll av temperatur i fundament under støping av vegg. Temperaturelementer plasseres i fundamentet i følgende plasseringer i området for det er montert varmekabler: 1) mot underlag i nivå med underkantarmering, 2) midt i tverrsnittet med maksimum avstand fra varmekabler, 3) ved overkantarmering, og 4) på en varmekabel for kontroll av at kablene er i funksjon etter oppstart. I tillegg skal lufttemperaturen registeres. Herdetemperaturen skal også registeres i vegg for kontroll av tidspunkt for oppnåelse av maksimum herdetemperatur. Temperaturmålingene skal gjøres ved kontinuerlig logging med batteridrevet loggeutstyr. Det skal kontrolleres at det er tilstrekkelig samsvar mellom beregnet og målt effekt av oppvarmingen.	m ²	25,00	[]	

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 00-4
Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00.1.6	LG8.4112A KJØLING AV FERSK BETONG Volum Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Krav til fersk betongtemperatur:</i> Basert på utført temperatur- eller spenningsanalyse. <i>Andre krav:</i> c) Utførelse Aktiv kjøling av fersk betong gjøres med knust is som en del av blandevannet. Maksimalt kan 50% av blandevannet erstattes med is. Nitrogenkjøling er ikke tillatt. d) Toleranser Kjølingen styres slik at oppnådd temperatur er innen +/- 3 °C i forhold til målverdi. e) Prøving og kontroll Temperaturen skal måles for hvert enkelt betonglass og rapporteres på en oversiktlig måte. Det skal ikke finnes isrester i betongen etter avsluttet blanding.	m ³	50,00	[] -----	
00.1.7	LG8.42112A INNSTØPTE KJØLERØR Lengde Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Materialkrav:</i> Stålrør med ubehandlet overflate <i>Geometrikrav:</i> Valgfritt <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Posten inkluderer levering, montering og innstøping av kjølerør i betongvegg. Entreprenøren er ansvarlig for å utforme og dimensjonere kjølingen, samt understøttelse og monteringsdetaljer for kjølerørene. c) Utførelse Før innstøping skal kjøleslyngene tethetsprøves. x) Mengderegler Mengde måles som lengde kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend, skjøter, overganger osv.	m	50,00	[] -----	

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 00-5
Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00.1.8	LG8.42212A KJØLING AV BETONG MED VANN Rund sum Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Varighet:</i> Basert på utført temperatur- eller spenningsanalyse. <i>Pumpekapasitet:</i> Valgfritt <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter tilrigging av kaldtvannsforsyning, pumpeutstyr, fordeling av vannstrømmen til de enkelte kjøleslyngene og avløp for kjølevann, samt drift og vedlikehold av pumper og annet utstyr. Inkluderer også kontroll og oppfølging av kjølingen ved måling av vanntemperatur og betongtemperatur. c) Utførelse Entreprenøren er ansvarlig for å dimensjonere pumpekapasiteten. Temperaturkrav til kjølevannet skal bestemmes, enten for temperatur før og etter kjøling eller gjennomsnittet. Entreprenørens simuleringsberegningene skal legges til grunn for vurdering av når kjølingen skal avsluttes. Så snart kjølekretsen er innstøpt, skal sirkulasjon av kjølevannet starte. Det er viktig at kjølesystemet får gå så lenge at den gjenværende varmeproduksjonen i betongen ikke medfører temperaturøkning etter at kjølingen slås av. Etter avsluttet kjøling tømmes kjølerørene for vann i størst mulig grad ved gjennomblåsing med trykkluft. Det må ikke bli stående vann i rørene ved fare for frost. e) Prøving og kontroll Kjølingen skal dokumenteres ved logging av betongtemperatur i den faktiske konstruksjonsdelen. Termoelementer skal fordeles i horisontalplanet for hver kjølekrets. Hvert sett skal bestå av 4 termoelementer: 1 element nær forskalingen, 1 element nær kjølerøret, 1 element midt mellom kjølerørene i horisontalplanet og 1 element med maksimal avstand til kjølerørene (midt mellom kjølerør horisontalt og vertikalt). Ledningene merkes på en robust måte slik at det ikke oppstår tvil om hvilket termoelement ledningen er forbundet med. Temperaturelementene tilkobles datalogger som kontinuerlig lagrer data. Data registreres minimum hver time.	RS			[] -----

Kapittel: 00 Funksjonsbeskrivelse

Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
00.1.9	LG8.42312A INJEKSJON AV KJØLERØR Lenge Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Krav til injeksjonsmasse:</i> Sementbasert <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter materialer og arbeider til injisering av kjølerør innstøpt i betongvegg. b) Materialer Det skal benyttes sementbasert masse av samme type/kvalitet som benyttes til spennkabelkanaler. c) Utførelse Etter bruk skal kjølerørene fylles fullstendig med injiseringsmasse. Umiddelbart før injisering skal kjølerørene igjen gjennomblåses med trykkluft for å fjerne eventuell gjenværende vann og for å kontrollere åpen gjennomgang.	m	50,00	[]	
00.1.10	LG1.1544190A PLASSTØPT NORMALBETONG Volum Konstruksjonsdel: Vegg Fasthetsklasse: B35 Bestandighetsklasse: MF45 Kloridklasse: Cl 0,10 Utførelse og kontroll: Iht. NS-EN 1990 Herdetiltak: Valgfritt etter NS-EN 13670+NA <i>Lokalisering:</i> <i>Andre krav:</i> b) Materialer Lavvarmebetong med varmeutvikling i henhold til forutsetningene utført spenningsanalyse. Dersom dokumentasjon på varmeutvikling for den aktuelle betongsammensetningen ikke foreligger, skal det gjennomføres herdekasseforsøk, ref. post 1.2. e) Prøving og kontroll Herdetemperaturen skal logges ved måling med innstøpte temperaturelementer.	m ³	50,00	[]	

2) Beskrivelse med detaljkrav

Dersom rådgiver har, basert på egen spenningsanalyse, funnet konkrete tiltak for å redusere risikoen for riss i betongkonstruksjonen, kan disse tiltakene beskrives direkte. Ett eller flere av tiltakene i post 2.1 - 2.7 beskrives da detaljert. Det er sjelden klare nok forutsetninger i anbudsfasen for å lage en tilstrekkelig god analyse, ettersom betongleverandør og betongsammensetning ikke er etablert. Det er derfor viktig at rådgivers analyse i ettertid kontrolleres med valgt betongsammensetning, og at det gjøres en vurdering av valgt tiltak basert på oppdatert analyse.

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 01-1
Kapittel: 01 Detaljbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
01	Detaljbeskrivelse				
01.2.1	LG8.119A VARMEISOLERING AV BETONG I HERDEFASEN Areal Utførelse og kontroll: Iht. NS-EN 1990 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Varighet:</i> X døgn <i>Krav til isolasjon:</i> Varmeledningsmotstand (m) minimum 0,4 m ² hk/W <i>Antall og plassering av målepunkter:</i> Minimum 5 målepunkter <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter varmeisolasjon i tillegg til forskaling. b) Materialer Isolasjonsmaterialet skal være ethafoammatter eller annen isolasjon med tilsvarende isolasjonsgrad. Ethafoammattene skal beskyttes med presenninger som dekker hele det aktuelle arealet. Presenningen skal forankres og være uten skader. c) Utførelse Isolasjonsmattene skal legges med overlapp. Isolasjonen skal ligge på betongoverflaten inntil temperaturen i betongen 10 mm fra forskalt flate er maksimalt 10°C høyere enn lufttemperaturen. e) Prøving og kontroll Herdetemperaturen logges med automatiske termoelementer. Minimum 2 elementer plasseres i senter av betongtverrsnittet hvor herdetemperaturen forventes å bli høyest. Minimum 2 elementer plasseres 10 mm fra forskalt flate. I tillegg logges lufttemperaturen i en avstand minimum 100 mm fra presenningen som dekker betongoverflaten.	m ²	25,00	-----	-----

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 01-2
Kapittel: 01 Detaljbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
01.2.2	LG8.312A OPPVARMING AV TILSTØTENDE KONSTRUKSJONSDELER SOM DET STØPES MOT Areal Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Fundament <i>Varighet:</i> X døgn <i>Volum/konstruksjonsdel:</i> Fundament <i>Temperaturkrav:</i> - <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Oppvarming utføres for å unngå store temperaturredifferanser mellom støpeavsnitt. Gjelder fundament for vegg. c) Utførelse Oppvarming av fundament utføres ved hjelp av innstøpte varmekabler. Varmekablene plasseres med senteravtand c/c X mm. Effekten på varmekablene skal være X watt. Montering av varmekabler må koordineres med armeringsarbeidene i fundamentet. Varmekablene skal være kontinuerlig påslått fra anslagsvis X dager før støp av vegg og frem til X døgn etter at det er registrert at veggen har passert maksimum herdetemperatur. e) Prøving og kontroll Termoelementer skal monteres i fundament for kontroll av temperatur i fundament under støping av vegg. Termoelementene plasseres i fundamentet i følgende plasseringer i området for det er montert varmekabler: 1) mot underlag i nivå med underkantarmering, 2) midt i tverrsnittet med maksimum avstand fra varmekabler, 3) ved overkantarmering, og 4) på en varmekabel for kontroll av at kablene er i funksjon etter oppstart. I tillegg skal lufttemperaturen registeres. Herdetemperaturen skal også registeres i veggen for kontroll av tidspunkt for oppnåelse av maksimum herdetemperatur. Temperaturmålingene skal gjøres ved kontinuerlig logging med batteridrevet loggeutstyr.	m ²	25,00	-----	-----

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 01-3
Kapittel: 01 Detaljbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
01.2.3	LG8.4112A KJØLING AV FERSK BETONG Volum Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Krav til fersk betongtemperatur:</i> X°C <i>Andre krav:</i> b) Materialer Ved levering skal den ferske betongtemperaturen maksimalt være X °C. Det skal ikke finnes isrester igjen i betong etter blanding. c) Utførelse Aktiv kjøling av fersk betong gjøres med knust is som en del av blandevannet. Maksimalt kan 50% av blandevannet erstattes med is. Nitrogenkjøling er ikke tillatt. d) Toleranser Kjølingen styres slik at oppnådd temperatur er innen +/- X °C i forhold til målverdi. e) Prøving og kontroll Temperaturen skal måles for hvert enkelt betonglass og rapporteres på en oversiktlig måte.	m ³	50,00		
01.2.4	LG8.42112A INNSTØPTE KJØLERØR Lengde Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Materialkrav:</i> Stålrør med ubehandlet overflate <i>Geometrikraft:</i> Ø25 <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Posten inkluderer levering, montering og innstøping av kjølerør i betongvegg. c) Utførelse Kjølerørene legges i slynger med røravstand c/c X og X antall lag. Første kjølerør legges X mm fra fundament. Før innstøping skal kjøleslyngene tetthetsprøves. x) Mengderegler Mengde måles som lengde kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend, skjøter, overganger osv.	m	50,00		

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 01-4
Kapittel: 01 Detaljbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
01.2.5	LG8.42212A KJØLING AV BETONG MED VANN Rund sum Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Varighet:</i> 2 dager etter at maksimum herdetemperatur er passert <i>Pumpekapasitet:</i> Valgfritt <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter tilrigging av kaldtvannsforsyning, pumpeutstyr, fordeling av vannstrømmen til de enkelte kjølesyngene og avløp for kjølevann, smat drift og vedlikehold av pumper og annet utstyr. Inkluderer også kontroll og oppfølging av kjølingen ved måling av vanntemperatur og betongtemperatur. c) Utførelse Entreprenøren er ansvarlig for å dimensjonere pumpekapasiteten. Temperatur på kjølevannet skal være X grader før kjøling og X grader etter kjøling. Så snart kjølekretsen er innstøpt, skal sirkulasjon av kjølevannet starte. Kjølingen avsluttes 2 dager etter at maksimum herdetemperatur er passert. Det er viktig at kjølesystemet får gå så lenge at den gjenværende varmeproduksjonen i betongen ikke medfører temperaturøkning etter at kjølingen slås av. Etter avsluttet kjøling tømmes kjølerørene for vann i størst mulig grad ved gjennomblåsing med trykkluft. Det må ikke bli stående vann i rørene ved fare for frost. e) Prøving og kontroll Kjølingen skal dokumenteres ved logging av betongtemperatur i den faktiske konstruksjonsdelen. Termoelementer skal fordeles i horisontalplanet for hver kjølekrets. Hvert sett skal bestå av 4 elementer: 1 element nær forskalingen, 1 element nær kjølerøret, 1 element midt mellom kjølerørene i horisontalplanet og 1 element med maksimal avstand til kjølerørene (midt mellom kjølerør horisontalt og vertikalt). Ledningene merkes på en robust måte slik at det ikke oppstår tvil om hvilket element ledningen er forbundet med. Termoelementene tilkobles datalogger som kontinuerlig lagrer data. Data registreres minimum hver time.	RS			-----

Prosjekt: Veileder lavvarme NS 3420					Side 01-5
Kapittel: 01 Detaljbeskrivelse					
Postnr	NS-kode/Firmakode/Spesifikasjon	Enh.	Mengde	Pris	Sum
01.2.6	LG8.42312A INJEKSJON AV KJØLERØR Lenge Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Krav til injeksjonsmasse:</i> Sementbasert <i>Andre krav:</i> a) Omfang og prisgrunnlag Omfatter materialer og arbeider til injisering av kjølerør innstøpt i betongvegg, b) Materialer Det skal benyttes sementbasert masse av samme type/kvalitet som benyttes til spennkabelkanaler. c) Utførelse Etter bruk skal kjølerørene fylles fullstendig med injiseringsmasse. Umiddelbart før injisering skal kjølerørene igjen gjennomblåses med trykkluft for å fjerne eventuell gjenværende vann og for å kontrollere åpen gjennomgang.	m	50,00		
01.2.7	LG1.1544190A PLASSTØPT NORMALBETONG Volum Konstruksjonsdel: Vegg Fasthetsklasse: B35 Bestandighetsklasse: MF45 Kloridklasse: Cl 0,10 Utførelse og kontroll: Iht. NS-EN 1990 Herdetiltak: Valgfritt etter NS-EN 13670+NA <i>Lokalisering:</i> Vegg <i>Andre krav:</i> b) Materialer Lavvarmebetong med varmeutvikling i henhold til rådgivers spenningsanalyse. (rådgiver må angi hva lavvarmebetongen skal yte) e) Prøving og kontroll Herdetemperaturen skal logges ved måling med innstøpte termoelementer.	m ³	50,00		

4.3 Beskrivelse i henhold til Prosesskode 2

4.3.1 Liten konsekvens av riss

Det beskrives SV Standard uten ekstraordinære herdetiltak. Normale herdetiltak etter prosess 84.46 beskrives.

4.3.2 Middels til stor konsekvens av riss

De spesielle herdetiltakene i prosess 84.5 er ekstraordinære tiltak som brukes for å redusere risikoen for opprissing og andre effekter som skyldes betongens herdevarme. Tiltakene er myntet på konstruksjonsdeler hvor det er stor fare for alvorlig opprissing og hvor det er særlig viktig å minimalisere slik opprissing.

I likhet med beskrivelse etter NS 3420, kan man velge to prinsipper for beskrivelse etter Prosesskode 2:

- 1) Beskrivelse med funksjonskrav hvor prosess 84.55 eller 84.56 skal gjennomføres og øvrige prosesser beskrives som opsjonsposter
- 2) Beskrivelse med detaljkrav hvor tiltaket(-ene) beskrives direkte med en eller flere av prosessene 84.51 – 84.54.

Tiltaket i prosess 84.51 er først og fremst rettet mot å redusere temperaturdifferanser over tverrsnittet innad i en konstruksjon. Tiltakene i prosess 84.52 – 84.57 er først og fremst rettet mot å redusere temperaturdifferanse mellom konstruksjonsdeler. For prosess 84.52 – 84.54 må kriteriene for måloppnåelse også oppgis.

Det anbefales å lese gjennom kapittel 5.6 i *Statens Vegvesen rapport nr. 451, Forståelse og bruk av håndbok R762, prosess 84*.

1) Beskrivelse med funksjonskrav

Prosess 84.55 og 84.56 er obligatoriske prosesser. Dersom det er nødvendig å kartlegge de herdeteknologiske parametere for den aktuelle betongen inkluderes også prosess 84.57. Prosess 84.57 er pr. dags dato bare beskrevet én gang tidligere (Operatunnelen) og bør kun beskrives ved spesielle tilfeller.

Gode spenningsanalyser får man ikke før prosjektet er etablert og betongresept og betongleverandør er bestemt. Derfor vil nødvendig tiltak være basert på entreprenørens egne spenningsberegninger. Det må stilles krav til måloppnåelse for hvert enkelt tiltak i form av for eksempel temperaturkrav.

I tillegg til herdetiltakene i prosess 84.51 – 84.54, kan et alternativt tiltak være bruk av lavvarmebetong, SV Lavvarme. SV Lavvarme er en spesialbetong som skal benyttes i konstruksjonsdeler hvor risikoen for gjennomgående fastholdingsriss på grunn av herdevarme og temperaturforskjeller er betydelig og hvor slik opprissing er kritisk for funksjonsevnen. Merk at SV-Lavvarme har bestandighetsklasse MF45.

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E01-10		
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
Øvrig tekst fra prosess 84 er fjernet					
84.41 01	Betongstøp over vann, normalvektsbetong b) Betongen skal tilfredsstille krav til maksimalt klimagassutslipp i henhold til Norsk Betongforenings Publikasjon 37, henholdsvis 320 kg/m ³ for fasthetsklasse B35, 330 kg/m ³ for fasthetsklasse B45 og 340 kg/m ³ for fasthetsklasse B55. Kravet gjelder ikke for selvkompimerende betong og betong med behov for tidlig fasthetsoppnåelse. x) Mengden måles som netto prosjektert volum etter tegninger uten fratrekk for volumet av armering, kabelkanaler og innstøpningsgods. Svinn som følge av at blandemaskin, transportutstyr etc. ikke lar seg tømme fullstendig skal innkalkuleres i enhetsprisene. Hvor det skal støpes mot berg og bergets overflatenivå før sprengning ikke er som antatt, beregnes volumet i henhold til tegninger med korrigert nivå for underkant fundament. Det gis ikke tillegg for større betongmasser på grunn av unøyaktig graving eller sprengning. Dersom det er prosjektert forskaling med uregelmessig overflate (for eksempel spunt, profilering etc.) inngår all betong til forskalingens berøring i prosjektert volum. Enhet: m ³				
84.414 01	Betong SV-Lavvarme				
84.4141 01	Betong B35 SV-Lavvarme Summeres ikke				
		m ³	50		
84.5 01	Spesielle herdetiltak a) Omfatter ekstraordinære tiltak for å redusere risikoen for opprissing og andre effekter som skyldes betongens herdevarme. Tiltakene kommer i tillegg til de ordinære herdetiltakene beskrevet i prosess 84.46, og som har til hensikt å sikre fasthet/tetthet i overdekningssjiktet. Det er angitt i <i>den spesielle beskrivelsen</i> hvilke konstruksjonsdeler som omfattes. Om en eller flere av prosessene 84.51 - 84.54 er spesifisert, kan entreprenøren alternativt velge å gjennomføre prosess 84.55 eller 84.56. x) Om entreprenøren velger å utføre prosess 84.55 eller 84.56 i stedet for spesifiserte prosesser 84.51 - 84.54, godtgjøres ytelsen med samme sum som er tilbudt for prosessene 84.51 - 84.54.				
84.51 01	Supplerende varmeisolasjon i herdeperioden a) Omfatter varmeisolasjon og avskjerming mot vind i tillegg til forskaling og isolasjon som inngår i prosess 84.46. b) Isolasjonsmattene skal ha varmegjennomgangskoeffisienten U = 1,7 W/(m ² K). Isolasjon kan legges lagvis for å oppnå kravet. Presenninger skal trekkes over isolasjonsmattene og bindes/forankres fast. Presenningene				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden		Side E01-11			
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	skal ha størrelse som dekker hele det aktuelle arealet, og skal være uten skader. c) Isolasjonsmatter skal legges med overlapp og plasseres før betongtemperaturen har steget mer enn halvveis til maksimaltemperaturen. Isolasjonen skal dekke alle overflater av konstruksjonsdelen, både forskalte og uforskalte. Også arealer mellom utstikkende skjotejern skal isoleres. Isolasjonsmattene sikres mot vind med presenning som legges over og bindes/forankres fast. Herdetemperaturen logges med automatisk logger, minimum 2 følere i senter av betongtverrsnittet hvor herdetemperaturen forventes å bli høyest, og minimum 2 følere plassert 10 mm fra forskalt flate. I tillegg logges lufttemperaturen i en avstand minimum 100 mm fra presenningen som dekker konstruksjonsdelen. Isolasjonen skal ligge på plass inntil temperaturen i betongen 10 mm fra forskalt flate er maksimalt 10 °C høyere enn lufttemperaturen. Måleresultatene rapporteres på en oversiktlig måte inkludert givernes plassering og aktuell konstruksjonsdel. x) Mengden måles som prosjektert areal av varmeisoleret betongoverflate. Enhet: m2. Summeres ikke	m ²	50		
84.52 01	Kjøling av fersk betong a) Omfatter kjøling av fersk betong fra den temperaturen den har når den blandes med vann fra ledningsnettet og for øvrig delmaterialer som har den temperaturen som kun skyldes rådende temperatur og værforhold. Målet med kjølingen kan være et visst antall grader Celsius temperatursenkning, eller kjøling til en angitt fersk betong temperatur. Det vises til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Målet for kjølingen vil kunne avhenge av lufttemperatur og andre forhold, og kan bli endret av byggherren fram til få dager før utførelsen. c) Kjøling kan gjøres ved et eller flere av tiltakene: Nedkjølt blandevann, tilsetning av is som blandevann, nedkjøling av grovt tilslag ved vasking i nedkjølt vann, kjøling med flytende nitrogen etc. Entreprenøren velger metode(r) på grunnlag av de krav som er stilt til avkjølingen. d) Kjøletiltakene styres slik at oppnådd temperatur er innen ±3 °C i forhold til målverdien. e) Temperaturen for hvert enkelt betongglass skal måles og rapporteres på en oversiktlig måte.				
84.522 01	Kjøling av fersk betong x) Mengden måles som utført kjøling, det vil si antall grader kjøling multiplisert med antall m3 betong. Enhet: °C m3. *** Spesiell Beskrivelse *** b) Nødvendig kjøling av fersk betongtemperatur bestemmes ut ifra entreprenørens utførte temperaturberegninger. Kjøling av betong skal gjøres med knust is som en del av blandevannet. Maksimalt 50% av blandevannet kan erstattes med is. d) Maksimalt tillatt temperaturforskjell mellom nystøpt konstruksjonsdel og konstruksjonsdelen det støpes mot er 15°C. Summeres ikke	°C m ³	250		
84.53 01	Kjøling av herdnende betong med innstøpte kjølerør				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E01-12		
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
84.531 01	Levering, montering og innstøping av kjølerør a) Omfatter levering, montering og innstøping av kjølerør i massive betongkonstruksjoner, i henhold til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. b) Det benyttes Ø 25 mm stålør med ubehandlet overflate. c) Rørene legges i slynger som angitt i <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Før innstøping skal samtlige kjøleslynger tetthetsprøves. Ved innføring i og utløp fra betongkonstruksjon skal det lages utsparring med dybde minimum lik nominell overdekning. Rørene injiseres, kappes og utsparringen gjenstøpes. x) Mengden måles som lengde av kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend, skjøter, overganger etc. Enhet: m *** Spesiell Beskrivelse *** a) Det er entreprenørens ansvar å utforme og dimensjonere kjølingen og understøttelse og monteringsdetaljer for kjølerørene, samt adkomst- og arbeidsforhold under utstøping. d) Maksimalt tillatt temperaturskjell mellom nystøpt konstruksjonsdel og konstruksjonsdelen det støpes mot er 15°C. e) Entreprenøren må på forhånd vise med simuleringsberegninger at valgt kjølesystem oppfyller temperaturkravet i d). Summeres ikke	m	50		
84.532 01	Kjøling med vann, rigg og drift a) Omfatter tilrigging av kaldtvannsforsyning med eventuelt kjøleaggregat, pumpeutstyr, fordeling av vannstrømmen til de enkelte kjøleslyngene og avløp for kjølevann, samt drift og vedlikehold av pumper og annet utstyr som er nødvendig for å sikre effektiv sirkulasjon av kjølevann i innstøpte kjøleslynger i betongkonstruksjoner. Inkluderer også kontroll og oppfølging av kjølingen ved måling av vanntemperatur inn og ut samt betongtemperatur. c) Med hensyn til kriterier kjølingen skal styres etter, vises det til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Entreprenøren har ansvar for å dimensjonere pumpekapasiteten. Om kjøleslyngene blir stående uinjisert en tid etter avsluttet kjøling, skal kjølevann fjernes ved gjennomblåsing med trykkluft. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS *** Spesiell Beskrivelse *** c) Før utstøping skal hver enkelt kjølekrets kontrolleres for tetthet med trykkluft. Så snart en kjølekrets er innstøpt, skal sirkulasjon av kjølevannet starte. Entreprenørens simuleringsberegningene skal legges til grunn for vurdering av når kjølingen skal avsluttes. Det er viktig at kjølesystemet får gå så lenge at den gjenværende varmeproduksjonen i betongen ikke medfører temperaturøkning etter at kjølingen slås av. Etter avsluttet kjøling tømmes kjølerørene for vann i størst mulig grad ved gjennomblåsing med trykkluft. Det må ikke bli stående vann i rørene ved fare for frost. d) Maksimalt tillatt temperaturskjell mellom nystøpt				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden		Side E01-13			
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	konstruksjonsdel og konstruksjonsdelen det støpes mot er 15°C.				
	e) Kjølingen skal dokumenteres ved logging av betongtemperatur i den faktiske konstruksjonsdelen. Termoelementene skal fordeles i horisontalplanet for hver kjølekrets. Hvert sett skal bestå av 4 elementer: 1 element nær forskalingen, 1 element nær kjølerøret, 1 element midt mellom kjølerørene i horisontalplanet og 1 element med maksimal avstand til kjølerørene (midt mellom kjølerør horisontalt og vertikalt). Ledningene merkes på en robust måte slik at det ikke oppstår tvil om hvilket element ledningen er forbundet med. Termoelementene tilkobles datalogger som kontinuerlig lagrer data. Data registreres minimum hver time. Det skal kontrolleres og dokumenteres at det er tilstrekkelig samsvar mellom beregnet og oppnådd kjøleeffekt.				
	Summeres ikke	RS			
84.533 01	Injisering av kjølerør				
	a) Omfatter materialer og arbeider til injisering av kjølerør innstøpt i betongkonstruksjoner.				
	b) Det benyttes sementbasert masse av samme type/kvalitet som benyttes til spennkabelkanaler, se prosess 84.364.				
	x) Mengden måles som lengde av kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend, skjøter, overganger etc. Enhet: m				
	*** Spesiell Beskrivelse ***				
	c) Etter bruk skal kjølerørene fylles fullstendig med injiseringsmasse. Umiddelbart før injisering skal kjølerørene igjen gjennomblåses med trykkluft for å fjerne eventuell gjenværende vann og for å kontrollere åpen gjennomgang.				
	Summeres ikke	m	50		
84.54 01	Oppvarming av tilstøtende konstruksjoner				
	a) Omfatter kostnader til oppvarming av konstruksjonsdeler det støpes inntil. Oppvarming utføres for å unngå store temperaturdifferanser mellom støpeavsnitt.				
	c) Oppvarming utføres fra overflaten og/eller ved hjelp av innstøpte varmekabler eller lignende. Oppvarmingen tilpasses i omfang og varighet (betongvolum, varmeeffekt, tid for oppvarming, isolasjon for bevaring av varme, etc.) slik at kriterier gitt i den spesielle beskrivelsen blir oppfylt.				
	x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS				
	*** Spesiell Beskrivelse ***				
	a) Gjelder oppvarming av fundament for vegg.				
	c) Montering av varmekablene må koordineres med armeringsarbeidene i fundament.				
	Veggen støpes med fordel med så lav fersk betongtemperatur som mulig.				
	Varmekablene slås på i god tid før støp av vegg for at fundamentet skal få god nok tid til å bli maksimalt oppvarmet				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E01-14		
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	før vegges støpes. Varmekablene skrues av ved maksimaltemperatur i herdende betong. d) Temperaturøkningen i fundament skal sikre at temperaturdifferansen mellom vegg og tilstøtende fundament aldri overstiger 15°C. e) Entreprenøren skal før utførelse dokumentere at valgt oppvarmingsomfang og -effekt er tilstrekkelig for å tilfredsstille kravene i d). Termoelementer skal monteres i fundament for kontroll av temperatur i fundament under støping av vegg. Termoelementene plasseres i fundamentet i følgende plasseringer i området for det er montert varmekabler: 1) mot underlag i nivå med underkantarmring, 2) midt i tverrsnittet med maksimum avstand fra varmekabler, 3) ved overkantarmring, og 4) på en varmekabel for kontroll av at kablene er i funksjon etter oppstart. I tillegg skal lufttemperaturen registreres. Herdetemperaturen skal også registreres i vegg for kontroll av tidspunkt for oppnåelse av maksimum herdetemperatur. Temperaturmålingene skal gjøres ved kontinuering logging med batteridrevet loggeutstyr. Summeres ikke				
		RS			
84.55 01	Beregning og styring av herdetemperatur a) Omfatter simuleringsberegninger for kartlegging av nødvendige tiltak samt gjennomføring av tiltakene slik at krav til betongtemperatur i herdeperioden tilfredsstilles. Tiltak kan velges blant metodene beskrevet i prosess 84.51 - 84.54, eventuelt kombinert med beregnede tidspunkter for påføring og fjerning av isolasjon og forskalling. b-e) Simuleringsberegningene baseres på varmeutviklingen for den aktuelle betongen, og bruk av anerkjent 2D eller 3D herdeteknologiprogram. Herdeforløpet skal kontrolleres og styres for å begrense fastholdt temperaturkontraksjon etter følgende kriterier - over tverrsnittet: Temperaturdifferanse maksimum 20 °C - mellom konstruksjonsdeler: Ved fastholdingslengde mot tilstøtende konstruksjon $\geq$ 5 meter skal differansen mellom gjennomsnittstemperaturen i konstruksjonsdelen og konstruksjonsdelen denne er fastholdt til ikke på noe tidspunkt overstige 15 °C. Materialparametere og beregningsforutsetninger inkludert alternative utførelsestiltak, forelegges byggherren før beregninger utføres. Beregningsresultater og plan for tiltak forelegges byggherren før støp. Konstruksjonsdelen skal instrumenteres med temperaturfølere. Minimum 3 stykk hvor temperaturen forventes høyest, minimum 3 stykk 10 mm fra forskalt overflate og minimum 1 føler i omgivende luft. Måleresultatene analyseres og sammenlignes med beregningene. Resultatene rapporteres på en oversiktlig måte inkludert givernes plassering og aktuell konstruksjonsdel. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS *** Spesiell Beskrivelse *** a) Gjelder for vegg støpt på fundament. Prisingen angis som separat pris for temperaturberegningene og separate enkeltpriser for aktuelle tiltak blant prosess 85.51 - 84.54. b) Temperaturberegningene skal være basert på				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E01-15		
Sted 01: Funksjonsbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	varmeutviklingsdata for den aktuelle betongen brukt i konstruksjonsdelen.	RS			
84.56 01	Beregning og styring av herdetemperatur og rissrisiko a) Omfatter simuleringsberegninger av herdetemperatur og risiko for opprissing for kartlegging av nødvendige tiltak, gjennomføring av tiltakene, samt kontroll og styring av utførelsen i samsvar med beregningsresultatene slik at risikoen for opprissing er redusert som forutsatt. c) Beregningene baseres på representative herdeteknologiske parametere for tilsvarende betong som benyttes i prosjektet. Dersom prosess 84.57 er spesifisert, utføres beregningene med de herdeteknologiske parametere som er fastlagt for betongen benyttet i prosjektet. Simuleringsberegningene utføres ved bruk av anerkjent 2D eller 3D herdeteknologi-program. Forholdet mellom største opptredende strekkspenning og betongens enaksiale strekkfasthet skal ikke på noe tidspunkt overstige 0,75. Beregningene vil kunne vise andre tillatte temperaturdifferanser enn angitt i prosess 84.55. Materialparametere og beregningsforutsetninger inkludert alternative utførelsestiltak, forelegges byggherren før beregninger utføres. Beregningsresultater og plan for tiltak forelegges byggherren før støp. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS *** Spesiell Beskrivelse *** a) Gjelder for vegg støpt på fundament. Prisingen angis som separat pris for temperaturberegningene og separate enkeltpriser for aktuelle tiltak blant prosess 85.51 - 84.54. b) Varmeutvikling og spaltestrekkfasthet for den aktuelle betongen i prosjektet skal være kjent. For termisk utvidelseskoeffisient, autogent svinn, utvikling av E-modul og kryputvikling, kan det benyttes erfaringsverdier på betong(er) med tilsvarende bindemiddelsammensetning.				
84.57 01	Kartlegging av herdeteknologiske parametere for betong a) Omfatter kartlegging av herdeteknologiske parametere som er nødvendig for å utføre pålitelige simuleringsberegninger av herdetemperatur- og spenningsutvikling gjennom herdefasen samt forløp av rissrisikoen for den betongen som benyttes, som angitt i <i>den spesielle beskrivelsen</i> . c) Egenskaper som skal kartlegges er - varmeutvikling - termisk utvidelseskoeffisient - autogent svinn - utvikling av E-modul - enaksial strekkfasthetsutvikling - kryputvikling (verdier kan hentes fra erfaringsdata/litteratur) x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS	RS			

2) Beskrivelse med detaljkrav

Rådgiver beskriver konkrete tiltak basert på egen spenningsanalyse. Valgt tiltak beskrives detaljert i form av senteravstand på varmekabler/kjølerør, tidspunkt for avslutning av tiltak osv. Én eller flere av tiltakene i post 84.51 – 84.54 velges. Statens Vegvesen legger opp til at entreprenøren alternativt kan velge å gjennomføre prosess 84.55 eller 84.56, dersom en eller flere av prosessene 84.51 – 84.54 er spesifisert.

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden				Side E02-10	
Sted 02: Detaljbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
Øvrig tekst fra prosess 84 er fjernet					
84.41 02	Betongstøp over vann, normalvektsbetong b) Betongen skal tilfredsstille krav til maksimalt klimagassutslipp i henhold til Norsk Betongforenings Publikasjon 37, henholdsvis 320 kg/m ³ for fasthetsklasse B35, 330 kg/m ³ for fasthetsklasse B45 og 340 kg/m ³ for fasthetsklasse B55. Kravet gjelder ikke for selvkomprimerende betong og betong med behov for tidlig fasthetsoppnåelse. x) Mengden måles som netto prosjektert volum etter tegninger uten fratrekk for volumet av armering, kabelkanaler og innstøpningsgods. Svinn som følge av at blandemaskin, transportutstyr etc. ikke lar seg tømme fullstendig skal innkalkuleres i enhetsprisene. Hvor det skal støpes mot berg og bergets overflatenivå før sprengning ikke er som antatt, beregnes volumet i henhold til tegninger med korrigert nivå for underkant fundament. Det gis ikke tillegg for større betongmasser på grunn av unøyaktig graving eller sprengning. Dersom det er prosjektert forskaling med uregelmessig overflate (for eksempel spunt, profilering etc.) inngår all betong til forskalingens berøring i prosjektert volum. Enhet: m ³				
84.414 02	Betong SV-Lavvarme				
84.4141 02	Betong B35 SV-Lavvarme				
		m ³	50		
84.5 02	Spesielle herdetiltak a) Omfatter ekstraordinære tiltak for å redusere risikoen for opprissing og andre effekter som skyldes betongens herdevarme. Tiltakene kommer i tillegg til de ordinære herdetiltakene beskrevet i prosess 84.46, og som har til hensikt å sikre fasthet/tetthet i overdekningssjiktet. Det er angitt i <i>den spesielle beskrivelsen</i> hvilke konstruksjonsdeler som omfattes. Om en eller flere av prosessene 84.51 - 84.54 er spesifisert, kan entreprenøren alternativt velge å gjennomføre prosess 84.55 eller 84.56. x) Om entreprenøren velger å utføre prosess 84.55 eller 84.56 i stedet for spesifiserte prosesser 84.51 - 84.54, godtgjøres ytelsen med samme sum som er tilbudt for prosessene 84.51 - 84.54.				
84.51 02	Supplerende varmeisolasjon i herdeperioden a) Omfatter varmeisolasjon og avskjerming mot vind i tillegg til forskaling og isolasjon som inngår i prosess 84.46. b) Isolasjonsmattene skal ha varmegjennomgangskoeffisienten $U = 1,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Isolasjon kan legges lagvis for å oppnå kravet. Presenninger skal trekkes over isolasjonsmattene og bindes/forankres fast. Presenningene skal ha størrelse som dekker hele det aktuelle arealet, og skal være uten				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden				Side E02-11	
Sted 02: Detaljbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	skader. c) Isolasjonsmatter skal legges med overlapp og plasseres før betongtemperaturen har steget mer enn halvveis til maksimaltemperaturen. Isolasjonen skal dekke alle overflater av konstruksjonsdelen, både forskalte og uforskalte. Også arealer mellom utstikkende skjøtejern skal isoleres. Isolasjonsmattene sikres mot vind med presenning som legges over og bindes/forankres fast. Herdetemperaturen logges med automatisk logger, minimum 2 følere i senter av betongtverrsnittet hvor herdetemperaturen forventes å bli høyest, og minimum 2 følere plassert 10 mm fra forskalt flate. I tillegg logges lufttemperaturen i en avstand minimum 100 mm fra presenningen som dekker konstruksjonsdelen. Isolasjonen skal ligge på plass inntil temperaturen i betongen 10 mm fra forskalt flate er maksimalt 10 °C høyere enn lufttemperaturen. Måleresultatene rapporteres på en oversiktlig måte inkludert givernes plassering og aktuell konstruksjonsdel. x) Mengden måles som prosjektert areal av varmeisoleret betongoverflate. Enhet: m2.	m ²	50		
84.52 02	Kjøling av fersk betong a) Omfatter kjøling av fersk betong fra den temperaturen den har når den blandes med vann fra ledningsnettet og for øvrig delmaterialer som har den temperaturen som kun skyldes rådende temperatur og værforhold. Målet med kjølingen kan være et visst antall grader Celsius temperatursenkning, eller kjøling til en angitt fersk betong temperatur. Det vises til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Målet for kjølingen vil kunne avhenge av lufttemperatur og andre forhold, og kan bli endret av byggherren fram til få dager før utførelsen. c) Kjøling kan gjøres ved et eller flere av tiltakene: Nedkjølt blandevann, tilsetning av is som blandevann, nedkjøling av grovt tilslag ved vasking i nedkjølt vann, kjøling med flytende nitrogen etc. Entreprenøren velger metode(r) på grunnlag av de krav som er stilt til avkjølingen. d) Kjøletiltakene styres slik at oppnådd temperatur er innen ±3 °C i forhold til målverdien. e) Temperaturen for hvert enkelt betongglass skal måles og rapporteres på en oversiktlig måte.				
84.522 02	Kjøling av fersk betong x) Mengden måles som utført kjøling, det vil si antall grader kjøling multiplisert med antall m3 betong. Enhet: °C m3. *** Spesiell Beskrivelse *** b) Ved levering skal den ferske betongtemperatur maksimalt være X°C. Kjøling av betong skal gjøres med knust is som en del av blandevannet. Maksimalt 50% av blandevannet kan erstattes med is. Det skal ikke finnes isrester igjen i betongen etter blanding.	°C m ³	250		
84.53 02	Kjøling av herdnende betong med innstøpte kjølerør				
84.531 02	Levering, montering og innstøping av kjølerør a) Omfatter levering, montering og innstøping av kjølerør i massive betongkonstruksjoner, i henhold til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. b) Det benyttes Ø 25 mm stålrør med ubehandlet overflate. c) Rørene legges i slynger som angitt i <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Før innstøping skal samtlige kjøleslynger tetthetsprøves. Ved innføring i og utløp fra betongkonstruksjon skal det lages utsparring med dybde minimum lik nominell overdekning. Rørene injiseres, kappes og utsparringen gjenstøpes. x) Mengden måles som lengde av kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend,				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden				Side E02-12	
Sted 02: Detaljbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	skjøter, overganger etc. Enhet: m				
	*** Spesiell Beskrivelse ***				
	c) Kjølerørene legges i slynger med røravstand c/c X mm i horisontalplanet. Ytterste kjølerør i hver slynge legges X mm innenfor forskalingen, i enden skjøtes rørene X mm fra forskalingen. Slik slynger legges i nivåer med avstand c/c X mm vertikalt. To og to slynger kobles sammen til en krets. Hver krets skal ha eget innløp og utløp. De vertikale forbindelsene mellom kjøleslyngene utføres med beveglige kneledd som kan oppta eventuelle deformasjoner under utstøping uten at kjølerørene skades. Dersom entreprenørens simuleringsberegninger tilsier det, vil byggherren eventuelt beslutte andre kjølerøravstander. Det er entreprenørens ansvar å utforme og dimensjonere understøttelse og monteringsdetaljer for kjølerørene, så vel som adkomst- og arbeidsforhold under utstøping.	m	50		
84.532 02	Kjøling med vann, rigg og drift				
	a) Omfatter tilrigging av kaldtvannsforsyning med eventuelt kjøleaggregat, pumpeutstyr, fordeling av vannstrømmen til de enkelte kjøleslyngene og avløp for kjølevann, samt drift og vedlikehold av pumper og annet utstyr som er nødvendig for å sikre effektiv sirkulasjon av kjølevann i innstøpte kjøleslynger i betongkonstruksjoner. Inkluderer også kontroll og oppfølging av kjølingen ved måling av vanntemperatur inn og ut samt betongtemperatur. c) Med hensyn til kriterier kjølingen skal styres etter, vises det til <i>den spesielle beskrivelsen</i>. Entreprenøren har ansvar for å dimensjonere pumpekapasiteten. Om kjøleslyngene blir stående uinjisert en tid etter avsluttet kjøling, skal kjølevann fjernes ved gjennomblåsing med trykkluft. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS				
	*** Spesiell Beskrivelse ***				
	c) Før utstøping skal hver enkelt kjølekrets kontrolleres for tetthet med trykkluft. Så snart en kjølekrets er innstøpt, skal sirkulasjon av kjølevannet starte. Kjølingen avsluttes X dager etter at maksimum herdetemperatur er passert, med mindre entreprenørens simuleringsberegningene tilsier noe annet. Det er viktig at kjølesystemet får gå så lenge at den gjenværende varmeproduksjonen i betongen ikke medfører temperaturøkning etter at kjølingen slås av. Etter avsluttet kjøling tømmes kjølerørene for vann i størst mulig grad ved gjennomblåsing med trykkluft. Det må ikke bli stående vann i rørene ved fare for frost.				
	e) Kjølingen skal dokumenteres ved logging av betongtemperatur i den faktiske konstruksjonsdelen. Termoelementer skal fordeles i horisontalplanet for hver kjølekrets. Hvert sett skal bestå av 4 loggere: 1 element nær forskalingen, 1 element nær kjølerøret, 1 element midt mellom kjølerørene i horisontalplanet og 1 element med maksimal avstand til kjølerørene (midt mellom kjølerør horisontalt og vertikalt). Ledningene merkes på en robusst				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E02-13		
Sted 02: Detaljbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	måte slik at det ikke oppstår tvil om hvilken logger ledningen som er forbundet med. Termoelementene tilkobles datalogger som kontinuerlig lagrer data. Data registreres minimum hver time.	RS			
84.533 02	Injisering av kjølerør a) Omfatter materialer og arbeider til injisering av kjølerør innstøpt i betongkonstruksjoner. b) Det benyttes sementbasert masse av samme type/kvalitet som benyttes til spennkabelkanaler, se prosess 84.364. x) Mengden måles som lengde av kjølerør innstøpt i betong, inkludert bend, skjøter, overganger etc. Enhet: m *** Spesiell Beskrivelse *** c) Etter bruk skal kjølerørene fylles fullstendig med injiseringsmasse. Umiddelbart før injisering skal kjølerørene igjen gjennomblåses med trykkluft for å fjerne eventuell gjenværende vann og for å kontrollere åpen gjennomgang.	m	50		
84.54 02	Oppvarming av tilstøtende konstruksjoner a) Omfatter kostnader til oppvarming av konstruksjonsdeler det støpes inntil. Oppvarming utføres for å unngå store temperaturdifferanser mellom støpeavsnitt. c) Oppvarming utføres fra overflaten og/eller ved hjelp av innstøpte varmekabler eller lignende. Oppvarmingen tilpasses i omfang og varighet (betongvolum, varmeeffekt, tid for oppvarming, isolasjon for bevaring av varme, etc.) slik at kriterier gitt i den spesielle beskrivelsen blir oppfylt. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS *** Spesiell Beskrivelse *** a) Gjelder oppvarming av fundament for vegg. c) Varmekablene plasseres med senteravstand c/c X mm i X antall lag. Varmekablenes utbredelse horisontalt skal være X m ut fra begge sidene av veggen. Effekten på varmekablene skal være X watt. Montering av varmkablene må koordineres med armeringsarbeidene i fundament Veggen støpes med fordel med så lav fersk betongtemperatur som mulig. Varmekablene slås på i god tid før støp av vegg for at fundamentet skal få god nok tid til å bli maksimalt oppvarmet før vegges støpes. Varmekablene må være kontinuerlig påslått fra X dager før støp av vegg. Varmekablene skrus av ved maksimaltemperatur i herdende betong. e) Termoelementer skal monteres i fundament for kontroll av temperatur i fundament under støping av vegg. Termoelementene plasseres i fundamentet i følgende plasseringer i området for det er montert varmekabler: 1) mot underlag i nivå med underkant armering, 2) midt i				

Prosjekt: Veileder lavvarme Prosesskoden			Side E02-14		
Sted 02: Detaljbeskrivelse					
Prosess	Beskrivelse	Enhet	Mengde	Enh.pris	Pris
	tværsnittet med maksimum avstand fra varmekabler, 3) ved overkantarmring, og 4) på en varmekabel for kontroll av at kablene er i funksjon etter oppstart. I tillegg skal lufttemperaturen registeres. Herdetemperaturen skal også registeres i veggen for kontroll av tidspunkt for oppnåelse av maksimum herdetemperatur. Temperaturmålingene skal gjøres ved kontinuering logging med batteridrevet loggeutstyr. Det skal kontrolleres at det er tilstrekkelig samsvar mellom beregnet og oppnådd oppvarmingseffekt.	RS			
84.55 02	Beregning og styring av herdetemperatur a) Omfatter simuleringsberegninger for kartlegging av nødvendige tiltak samt gjennomføring av tiltakene slik at krav til betongtemperatur i herdeperioden tilfredsstilles. Tiltak kan velges blant metodene beskrevet i prosess 84.51 - 84.54, eventuelt kombinert med beregnede tidspunkter for påføring og fjerning av isolasjon og forskalling. b-e) Simuleringsberegningene baseres på varmeutviklingen for den aktuelle betongen, og bruk av anerkjent 2D eller 3D herdeteknologi-program. Herdeforløpet skal kontrolleres og styres for å begrense fastholdt temperaturkontraksjon etter følgende kriterier - over tværsnittet: Temperaturdifferanse maksimum 20 °C - mellom konstruksjonsdeler: Ved fastholdingslengde mot tilstøtende konstruksjon $\geq$ 5 meter skal differansen mellom gjennomsnittstemperaturen i konstruksjonsdelen og konstruksjonsdelen denne er fastholdt til ikke på noe tidspunkt overstige 15 °C. Materialparametere og beregningsforutsetninger inkludert alternative utførelsestiltak, forelegges byggherren før beregninger utføres. Beregningsresultater og plan for tiltak forelegges byggherren før støp. Konstruksjonsdelen skal instrumenteres med temperaturfølere. Minimum 3 stykk hvor temperaturen forventes høyest, minimum 3 stykk 10 mm fra forskalt overflate og minimum 1 føler i omgivende luft. Måleresultatene analyseres og sammenlignes med beregningene. Resultatene rapporteres på en oversiktlig måte inkludert givernes plassering og aktuell konstruksjonsdel. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS	RS			
84.56 02	Beregning og styring av herdetemperatur og rissrisiko a) Omfatter simuleringsberegninger av herdetemperatur og risiko for opprissing for kartlegging av nødvendige tiltak, gjennomføring av tiltakene, samt kontroll og styring av utførelsen i samsvar med beregningsresultatene slik at risikoen for opprissing er redusert som forutsatt. c) Beregningene baseres på representative herdeteknologiske parametere for tilsvarende betong som benyttes i prosjektet. Dersom prosess 84.57 er spesifisert, utføres beregningene med de herdeteknologiske parametere som er fastlagt for betongen benyttet i prosjektet. Simuleringsberegningene utføres ved bruk av anerkjent 2D eller 3D herdeteknologi-program. Forholdet mellom største opptredende strekkspenning og betongens enaksiale strekkfasthet skal ikke på noe tidspunkt overstige 0,75. Beregningene vil kunne vise andre tillatte temperaturdifferanser enn angitt i prosess 84.55. Materialparametere og beregningsforutsetninger inkludert alternative utførelsestiltak, forelegges byggherren før beregninger utføres. Beregningsresultater og plan for tiltak forelegges byggherren før støp. x) Kostnaden angis som rund sum. Enhet: RS	RS			

5. Sjekklistor for beskrivelsestekster

5.1 Generelt

Sjekklistene under er laget for å kunne kopieres inn i den enkelte rådgivers sjekklistor for prosjektering av betongkonstruksjoner.

5.2 Ved beskrivelse med funksjonskrav

	Kontrollspørsmål	Ja/Nei/NA	Kommentar*
1	Har du husket egen prisbærende post for entreprenørens analyse?		
2	Har du beskrevet at entreprenøren skal kartlegge input til analyse?		Se: - Prosess 84.57. - Kap. 3.4
3	Har du spesifisert maksimal tillatt rissindeks?		Se: - Prosess 84.56. - Kap 3.1
4	For utførelsesentrepriser; Har du beskrevet tiltak eller opsjonsposter slik at entreprenøren kan prise de tiltak de evt. trenger basert på sin analyse?		Gir byggherre kontroll over prisgrunnlaget på tilbudstidspunktet. Se: - Kap. 3.1 og 3.4
5	Er krav for måloppnåelse definert for hvert enkelt tiltak?		
6	Har du beskrevet at analyseresultatene skal kontrolleres mot måleresultater?		
7	Har du husket egen post for herdekasse og prøvestøp?		Se: - Prosess 84.4.

* Prosessnummer henviser til Statens Vegvesens håndbok R762, «Prosesskode 2».

5.3 Ved beskrivelse med detaljkrav basert på rådgivers analyser

	Kontrollspørsmål	Ja/Nei/NA	Kommentar
1	Er tiltaket du har beskrevet tilgjengelige for det aktuelle prosjektet?		F.eks. geografisk tilgjengelighet av materialer for små prosjekter
2	Har du gjort deg kjent med ansvarsfordelingen som følge av tiltakene som er beskrevet?		
3	Er tiltaket beskrevet detaljert nok?		
4	Har du vurdert ett eller flere av følgende tiltak?		Velg etter behov
4.1	Lavvarmebetong		
4.2	Isolasjon, solskjerming eller andre tiltak på forskalingen		
4.3	Oppvarming av tilstøtende konstruksjon		
4.4	Kjølerør		
4.5	Bruk av is, kaldt vann og/eller avkjølt tilslag for å redusere temperaturen i den ferske betongen		

5.4 Sjekkliste for rådgivers egen analyse

	Kontrollspørsmål	Ja/Nei/NA	Kommentar*
1	Har du forutsatt fornuftige materialparametere for betong, forskaling og isolasjon?		Se: - Prosess 84.57
2	Har du forutsatt fornuftig verdi for maksimal tillatt rissindeks?		Se: - Prosess 84.56 - Kap. 3.1
3	Har du forutsatt et realistisk tidsforløp?		
4	Har du tatt hensyn til tilstøtende konstruksjoner eller berg?		
5	Har du tatt hensyn til variasjon i vær og vind?		
6	Har du inkludert effektene av oppvarming av eksisterende konstruksjoner eller avkjøling av fersk betong?		
7	Er det valgt fornuftige fastholdingsgrader?		
8	Virker resultatene fornuftige?		

* Prosessnummer henviser til Statens Vegvesens håndbok R762, «Prosesskode 2».

6. Forbehold

Forfattere og bidragsytere tar forbehold om at dette er en veiledning og at brukeren er selv ansvarlig for egne resultater og tolkningen av disse.

7. Referanser

Bjøntegaard, Øyvind: COIN Project report 31 – 2011: Basis for and practical approaches to stress calculations and crack risk estimation in hardening concrete structures – State of the art.

Skjølsvik, O. B., Haram, E., Smeplass, S. COIN Project report 57 – 2015: Beregning av rissrisiko CrackTeSt COIN.

Maage, Magne (redaktør): Betong: Regelverk, teknologi og utførelse. Byggenæringens forlag, 2015. Sintef Byggforsk Byggdetaljblad 520.028, 520.030 og 520.038.

Standard Norge: NS-EN 13670:2009+NA:2010: Utførelse av betongkonstruksjoner.

Standard Norge: NS 3420: Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner.

Standard Norge: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

Statens vegvesen: Håndbok R762, Prosesskode 2 – Standard beskrivelse for bruer og kaier. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 2018.

Statens vegvesen: Håndbok 026, Prosesskode 2 – Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 2007.

Statens Vegvesen/Skanska, rapport nr. 2580: Senketunnelen i Bjørvika, erfaringsrapport. Kontroll med opprissing i betongens herdefase. Datert 05.03.2010.

Statens Vegvesen: Rapport nr. 451, Forståelse og bruk av håndbok R762, prosess 84. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, 2017.

